

氏 名	安 田 国 弘
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 5153 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
学 位 論 文 名	フォルマント構造を用いた弦楽器の音色分析・合成に関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 濱 裕 光 副 査 教 授 鳥 生 隆 副 査 准教授 高 橋 秀 也

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、楽曲中の楽器音認識・分類のために、弦楽器が持つ音色構造を分析し、音色モデルの提案と楽器音の合成を目的とした。そのために、人間が複数の楽器音を判別するのに用いている音色という特徴量を分析し、理解することが必要である。その初期段階として、弦楽器により発音される音源を分析することにより、その音色を知覚するのに必要な要素を見極めることが要求される。分析対象として、弦楽器群のエレキベースとエレキギターの音源を扱った。

本論文は、序論、結論を含め 5 章で構成した。

第 1 章では、本研究の背景および関連する研究について述べ、本研究の目的と手法、本論文の概要をまとめた。

第 2 章では、音源分析に用いる短時間フーリエ変換により得られるスペクトルの特性と音色との関係性について述べた。そして、前処理としてスペクトルから音色に大きく影響すると考えられている基本周波数と倍音成分の抽出手法を提案した。これらの特徴量がどの程度に、スペクトルに依存しているかの予備実験を行い、音色知覚への影響を検証した。

第 3 章では、エレキベースの発音構造に着目したスペクトル分析を行い、音色の特徴を示すモデルを提案し、そのモデルを用いた合成音の生成手法について述べた。提案モデルには、楽器群としての音色特徴を示す基本フォルマント構造と個々の楽器音の雰囲気を示す雰囲気フォルマント構造が存在することを明らかにした。また、同様の手法をエレキギターに適用し、音色モデルを得た。

第 4 章では、提案したフォルマント構造を用いた音色構造を利用してエレキベースとエレキギターの音色を持った楽器音の合成を行い、評価実験を行った。おのおのが 3 種類の雰囲気を持った合成音を生成し、それらの合成音と原音との比較を行い、5 段階中で平均 4.5 ポイントの類似した音源であるとの結果を得た。また、基本フォルマントに含まれる振幅値を 2 倍まで拡大・縮小の操作を行ったとしても、人間の知覚にあまり影響を与えないとの実験結果を得ることができた。

第 5 章は、本研究で得られた成果をまとめ、今後の課題について述べた。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、弦楽器のスペクトル分析から新しい音色モデルを構築し、そのモデルに従って弦楽器の音色を分析・合成することを目的としている。人は、楽曲中の楽器音認識・分類のために音色という特徴量を用いているが、音色の本質は十分には解明されてはいない。楽器により発音された音を分析することにより、その音色を構成するのに必要な要素を見極めることは重要である。具体的な分析対象として、エレキベースとエレキギターの音色を中心に扱っている。最初に、前処理として短時間フーリエ変換により得られるスペクトル特性が

ら、音色に大きく影響すると考えられている基本周波数と倍音成分の抽出手法を提案している。

次に、エレキベースの発音構造に着目したスペクトル分析を行い、音色特徴を示すモデルを構築している。ここでは、楽器群としての音色特徴を表す基本フォルマント構造と個々の楽器の個性を表す雰囲気フォルマント構造が存在することを新しく見出している。ここで雰囲気フォルマントと呼んでいる概念は、従来はなかったものであり、この概念により、弦楽器音の分析・合成の際の柔軟性を向上させている。また、本手法をエレキギターにも適用し、同様の音色モデルを得ている。

さらに、提案した音色モデルに従ってエレキベースとエレキギターの楽器音の合成を行い、評価実験を行っている。それぞれ違う雰囲気を持った楽器音を合成し、試聴実験を行った結果からは5段階中平均4.5ポイントの高い評価を得ており、非常に良好な結果であると言える。また、基本フォルマントに含まれる5次までの振幅値の一つを2倍あるいは1/2倍にしても、音色にはほとんど影響を与えないことを確認している。このように提案している音色モデルの中心をなす基本フォルマント構造は、そこに含まれる振幅値は固定ではなく、ある範囲の許容変動を許すために音色合成に関して非常に高い柔軟性を示すものとなっている。提案手法の有効性は数多くの楽器音を用いた実験結果からも確認されている。

以上のように、本論文は、音色研究に関する新しい分野を拓くものであり、楽器音の分析と合成に関して多くの優れた研究成果を得ており、情報工学、特に音楽情報処理工学分野の発展に寄与すること大である。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格を有するものと認める。